УДК 352.075:519.876.2

ПРИМЕНЕНИЕ НЕЧЕТКИХ ЛИНГВИСТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ МУНИЦИПАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ

А.А. Мицель, А.А. Захарова

Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники
E-mail: aam@academ.tsc.ru

Предложено представление экспертной информации, получаемой в ходе проведения SWOT-анализа социально-экономического положения города, в виде систем нечетких высказываний. Для описания входных и выходных параметров процесса разработки стратегии развития города используются лингвистические переменные.

В настоящее время все более заметную роль начинает играть региональная политика в т.ч. уровень муниципального или местного управления. В связи с этим возникает реальная необходимость обеспечения эффективного и профессионального управления социально-экономическим развитием и функционированием города. Это является одним из ключевых факторов дальнейшего развития местного самоуправления, общества и государства в целом.

Для эффективного регулирования социально-экономического развития муниципального образования необходима разработка долгосрочных планов и антикризисных программ. Использование программно-целевого метода позволяет осуществить централизацию действий как при формировании стратегии решений социально-экономических проблем, так и при определении ресурсного обеспечения ее выполнения [1]. Целью создания концепции развития является формирование механизмов управления, которые должны гибко реагировать на возможные изменения ситуации в обществе, то есть стратегия должна адаптировать развитие к внешним изменениям. Внутренние процессы должны ориентироваться на цели концепции, а не на решение текущих местных задач [2]. Таким образом, для разработки стратегии развития муниципального образования требуется проведение анализа его внешней и внутренней среды. Именно для этой цели разработан метод SWOT, применяемый в стратегическом управлении.

Применяя метод SWOT, удается установить линии связи между силой и слабостью, которые присущи организации, и внешними угрозами и возможностями. Методология SWOT предполагает сначала выявление сильных и слабых сторон, а также угроз и возможностей, а далее – установление цепочек связей между ними, которые в дальнейшем могут быть использованы для формулирования стратегии организации.

1. Общая методология проведения SWOT-анализа

Сначала, с учетом конкретной ситуации, в которой находится организация, составляется список ее слабых и сильных сторон, а также список угроз и возможностей. После этого наступает этап установления связей между ними. Для установления этих связей составляется матрица SWOT, которая имеет следующий вид (табл. 1).

Таблица 1. *Матрица SWOT*

	Возможности 1, 2, 3...	Угрозы 1, 2, 3...
Сильные стороны 1, 2, 3....	ПОЛЕ «СИВ»	ПОЛЕ «СИУ»
Слабые стороны 1, 2, 3...	ПОЛЕ «СЛВ»	ПОЛЕ «СЛУ»

Слева выделяются два раздела (сильные стороны, слабые стороны), в которые соответственно вносятся все выявленные на первом этапе анализа сильные и слабые стороны организации. В верхней части матрицы также выделяется два раздела (возможности и угрозы), в которые вносятся все выявленные возможности и угрозы [3].

На пересечении разделов образуется четыре поля: поле «СИВ» (сила и возможности); поле «СИУ» (сила и угрозы); поле «СЛВ» (слабость и возможности); поле «СЛУ» (слабость и угрозы). На каждом из данных полей исследователь должен рассмотреть все возможные парные комбинации и выделить те, которые должны быть учтены при разработке стратегии поведения организации. В отношении тех пар, которые были выбраны с поля «СИВ», следует разрабатывать стратегию по использованию сильных сторон организации для того, чтобы получить отдачу от возможностей, которые появились во внешней среде. Для тех пар, которые оказались на поле «СЛВ», стратегия должна быть построена таким образом, чтобы за счет появившихся возможностей попытаться преодолеть имеющиеся в организации слабости. Если пара находится на поле «СИУ», то стратегия должна предполагать использование силы организации для устранения угроз. Наконец, для пар, находящихся на поле «СЛУ», организация должна вырабатывать такую стратегию, которая позволила бы ей как избавиться от слабости, так и попытаться предотвратить нависшую над ней угрозу.

Для успешного применения методологии SWOT-анализа окружения организации важно уметь не только вскрыть угрозы и возможности, но и попытаться оценить их с точки зрения того, сколь важным для организации является учет в стратегии ее поведения каждой из выявленных угроз и возможностей.

Для оценки возможностей применяется метод позиционирования каждой конкретной возможности на матрице возможностей (табл. 2). Данная матрица строится следующим образом: сверху откладывается степень влияния возможности на деятельность организации (сильное влияние, умеренное влияние, малое влияние); сбоку откладывается вероятность того, что организация сможет воспользоваться возможностью (высокая вероятность, средняя вероятность, низкая вероятность). Полученные внутри матрицы девять полей возможностей имеют разное значение для организации. Возможности, попадающие на поля «ВС», «ВУ» и «СС», имеют большое значение для организации, и их надо обязательно использовать. Возможности же, попадающие на поля «СМ», «НУ» и «НМ», практически не заслуживают внимания организации. В отношении возможностей, попавших на оставшиеся поля, руководство должно принять позитивное решение об их использовании, если у организации имеется достаточно ресурсов.

Таблица 2. *Матрица возможностей*

Вероятность	Сильное влияние	Умеренное влияние	Малое влияние
Высокая	ПОЛЕ «ВС»	ПОЛЕ «ВУ»	ПОЛЕ «ВМ»
Средняя	ПОЛЕ «СС»	ПОЛЕ «СУ»	ПОЛЕ «СМ»
Низкая	ПОЛЕ «НС»	ПОЛЕ «НУ»	ПОЛЕ «НМ»

Похожая матрица составляется для оценки угроз (табл. 3). Сверху откладываются возможные последствия для организации, к которым может привести реализация угрозы (разрушение, критическое состояние, тяжелое состояние, «легкие ушибы»). Сбоку откладывается вероятность того, что угроза будет реализована (высокая вероятность, средняя вероятность, низкая вероятность).

Те угрозы, которые попадают на поля «ВР», «ВК» и «СР», представляют очень большую опасность для организации и требуют немедленного и обязательного устранения. Угрозы, попавшие на поля «ВТ», «СК» и «НР», также должны находиться в поле зрения высшего руководства и быть устранены в первостепенном порядке. Что касается угроз, находящихся на полях «НК», «СТ» и «ВЛ», то здесь требуется внимательный и ответственный подход к их устранению.

Таблица 3. *Матрица угроз*

Вероятность	Разрушение	Критическое состояние	Тяжелое состояние	«Легкие ушибы»
Высокая	ПОЛЕ «ВР»	ПОЛЕ «ВК»	ПОЛЕ «ВТ»	ПОЛЕ «ВЛ»
Средняя	ПОЛЕ «СР»	ПОЛЕ «СК»	ПОЛЕ «СТ»	ПОЛЕ «СЛ»
Низкая	ПОЛЕ «НР»	ПОЛЕ «НК»	ПОЛЕ «НТ»	ПОЛЕ «НЛ»

Попавшие на оставшиеся поля угрозы также не должны выпадать из поля зрения руководства организации. В этом случае должно осуществляться внимательное отслеживание их развития, хотя при этом не ставится задача их первостепенного устранения.

2. Описание матрицы SWOT в лингвистических переменных

Большинство факторов, влияющих на социально-экономическое развитие города, имеют качественный характер. Да и сам процесс проведения SWOT-анализа предполагает нечеткое описание ситуаций, в процессе анализа используются экспертные оценки. На практике доказано, что человеку несвойственно мыслить и принимать решения только в «количествах». Он мыслит, прежде всего, в «качествах», для него поиск решения – это, в первую очередь, поиск замысла решения, и здесь количественные оценки играют вспомогательную роль. Эксперт использует качественные, нечеткие оценки типа «сильное влияние», «умеренное влия-

ние», «слабое влияние», «высокая вероятность», «средняя вероятность», «низкая вероятность» и т.д. Естественно, что нечеткие понятия должны использоваться при построении модели прогнозирования развития и планирования стратегии муниципального образования.

Предлагается использовать представление экспертной информации, получаемой в процессе проведения SWOT-анализа, в виде систем эталонных нечетких высказываний, устанавливающей связь между нечеткими значениями входных и выходных параметров принятия решения. Для описания входных и выходных параметров используются лингвистические переменные [4].

2.1. Оценка возможностей

Для ранжирования возможностей применяется метод позиционирования каждой возможности, вскрытой во внешней среде, на матрице возможностей.

Введем лингвистические переменные:

1. β_X – вероятность реализации (вероятность того, что организация сможет воспользоваться возможностью) с областью определения X=[0,1] и множеством базовых значений T_X={низкая, средняя, высокая}=$\{a_{X_1},a_{X_2},a_{X_3}\}$.
2. β_Y – степень влияния данной возможности на организацию (возможные последствия, к которым может привести данная возможность) с областью определения Y и множеством базовых значений T_Y={малое влияние, умеренное влияние, высокое влияние}=$\{a_{Y_1},a_{Y_2},a_{Y_3}\}$.

Каждая возможность может привести к каким-то определенным последствиям (причем, положительным для организации). Например, возможность «Изменения в налоговом законодательстве» может привести к такому последствию как «Увеличение доходной части бюджета», которое будет измеряться в конкретных единицах – тыс. р. Т.е. область определения Y будет иметь различные значения в зависимости от того, какое последствие выбрано в качестве основного для данной возможности. Если возможность может повлечь за собой несколько последствий, то каждое из них будет оцениваться в отдельной системе экспертных высказываний.

3. β_V – значение данной возможности (степень учета ее в стратегии, степень необходимой реакции местного самоуправления (МСУ) на данную возможность) с областью определения V=[0,100] и множеством базовых значений T_V={малое, среднее, большое}=$\{a_{V_1},a_{V_2},a_{V_3}\}$.

Данный показатель является условным и может оцениваться, например, в баллах от 0 до 100. Он служит для ранжирования возможностей.

Входными параметрами процесса прогнозирования будут являться β_X и β_Y, а выходным – β_V. Зависимость выходного параметра от входных экспертно может быть выражена в следующем виде:

ЕСЛИ вероятность реализации *низкая* И влияния *малое*
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияния *умеренное*
ИЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *малое*
ТО значение возможности *малое*.

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *умеренное*
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *высокое*
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *малое*
ТО значение возможности *среднее*.

ЕСЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *высокое*
ИЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *высокое*
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *умеренное*
ТО значение возможности *большое*.

Таким образом, система эталонных нечетких высказываний будет иметь следующий вид [4]:

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)}: \text{<ЕСЛИ } E_{11} \text{ ИЛИ } E_{12} \text{ ИЛИ } E_{13} \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_1}\text{>;} \\ \tilde{L}_2^{(1)}: \text{<ЕСЛИ } E_{21} \text{ ИЛИ } E_{22} \text{ ИЛИ } E_{23} \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_2}\text{>;} \\ \tilde{L}_m^{(1)}: \text{<ЕСЛИ } E_{31} \text{ ИЛИ } E_{22} \text{ ИЛИ } E_{33} \text{ ТО } \beta_V \text{ есть } a_{V_3}\text{>.} \end{cases}$$

Высказывания E_{ji} – высказывания вида:

$$<\beta_X \text{ есть } \alpha_{Xji} \text{ и } \beta_Y \text{ есть } \alpha_{Yji}>.$$

Высказывание E_{ji} представляет собой i-ую входную эталонную нечеткую ситуацию, которая может иметь место, если лингвистическая переменная β_V примет значение α_{Vji}.

Например, E_{11}:<β_X есть α_{X_1} и β_Y есть α_{Y_1}>. [4]

Построим матрицу позиционирования возможностей, используя введенные обозначения (табл. 4). По вертикали и горизонтали указаны базовые входные значения лингвистических переменных, на пересечении располагаются базовые значения выходной переменной, которые характеризуют значение данной возможности, а, следовательно, и стратегию организации в отношении нее.

Таблица 4. *Матрица позиционирования возможностей*

	a_{Y_3}	a_{Y_2}	a_{Y_1}
a_{X_3}	a_{V_3}	a_{V_3}	a_{V_2}
a_{X_2}	a_{V_3}	a_{V_2}	a_{V_1}
a_{X_1}	a_{V_2}	a_{V_1}	a_{V_1}

2.2. Оценка угроз

Введем лингвистические переменные:

1. β_X – вероятность реализации угрозы с областью определения X=[0,1] и множеством базовых значений T_X={низкая, средняя, высокая}=$\{a_{X_1},a_{X_2},a_{X_3}\}$.
2. β_Y – степень влияния данной угрозы на организацию (возможные последствия, к которым может привести данная угроза) с областью определения Y и множеством базовых значений T_Y={легкое влияние, тяжелое влияние, критическое влияние, разрушительное влияние}=$\{a_{Y_1},a_{Y_2},a_{Y_3},a_{Y_4}\}$.

Каждая угроза может привести к каким-то определенным последствиям (причем – к отрицательным). Например, возможность «Изменения в налоговом законодательстве» может привести к такому последствию как «Уменьшение доходной части бюджета», которое будет измеряться в конкретных единицах – тыс. р. Т.е. область определения Y будет иметь различные значения в зависимости от того, какое последствие выбрано в качестве основного для данной угрозы. Если угроза может повлечь за собой несколько последствий, то каждое из них будет оцениваться в отдельной системе экспертных высказываний.

3. β_V – значение данной угрозы (степень учета ее в стратегии, степень необходимой реакции местного самоуправления (МСУ) на данную угрозу) с областью определения V=[0,100] и множеством базовых значений T_V={несущественное, малое, среднее, большое}=$\{a_{V_1},a_{V_2},a_{V_3},a_{V_4}\}$.

Данный показатель является условным и может оцениваться, например, в баллах от 0 до 100. Он служит для ранжирования угроз.

Входными параметрами процесса прогнозирования будут являться β_X и β_Y, а выходным – β_V.

Зависимость выходного параметра от входных экспертно может быть выражена в следующем виде:

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *легкое*
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *тяжелое*
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *легкое*
ТО значение угрозы *несущественное*.

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *тяжелое*
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *критическое*
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *легкое*
ТО значение угрозы *малое*.

ЕСЛИ вероятность реализации *средняя* И *влияние критическое*
ИЛИ вероятность реализации *низкая* И влияние *разрушительное*
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *тяжелое*
ТО значение угрозы *среднее*.

ЕСЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *разрушительное*
ИЛИ вероятность реализации *средняя* И влияние *разрушительное*
ИЛИ вероятность реализации *высокая* И влияние *критическое*
ТО значение угрозы *большое*.

Система эталонных нечетких высказываний будет иметь следующий вид:

$$\tilde{L}^{(1)} = \begin{cases} \tilde{L}_1^{(1)} : \text{<ЕСЛИ } E_{11} \text{ ИЛИ } E_{12} \text{ ИЛИ } E_{13} \text{ ТО } \beta_{\mathrm{V}} \text{ есть } a_{V_1}\text{>;} \\ \tilde{L}_2^{(1)} : \text{<ЕСЛИ } E_{21} \text{ ИЛИ } E_{22} \text{ ИЛИ } E_{23} \text{ ТО } \beta_{\mathrm{V}} \text{ есть } a_{V_2}\text{>;} \\ \tilde{L}_m^{(1)} : \text{<ЕСЛИ } E_{31} \text{ ИЛИ } E_{22} \text{ ИЛИ } E_{33} \text{ ТО } \beta_{\mathrm{V}} \text{ есть } a_{V_3}\text{>;} \\ \tilde{L}_m^{(1)} : \text{<ЕСЛИ } E_{41} \text{ ИЛИ } E_{42} \text{ ИЛИ } E_{43} \text{ ТО } \beta_{\mathrm{V}} \text{ есть } a_{V_4}\text{>.} \end{cases}$$

Построим матрицу позиционирования угроз, используя введенные обозначения (табл. 5).

Таблица 5. *Матрица позиционирования угроз*

	a_{Y_4}	a_{Y_3}	a_{Y_2}	a_{Y_1}
a_{X_3}	a_{V_4}	a_{V_4}	a_{V_3}	a_{V_2}
a_{X_2}	a_{V_4}	a_{V_3}	a_{V_2}	a_{V_1}
a_{X_1}	a_{V_3}	a_{V_2}	a_{V_1}	a_{V_1}

2.3. Сильные и слабые стороны

В методологии SWOT не предлагается оценка сильных и слабых сторон с точки зрения их важности для организации, но этот момент является немаловажным при проведении анализа внутренней среды. Поэтому целесообразно ввести инструмент, позволяющий оценить степень их силы или слабости.

Введем лингвистическую переменную, характеризующую какую-либо сильную или слабую сторону организации.

β_X – интенсивность сильной (слабой стороны) с областью определения X и множеством базовых значений T_X={низкая, средняя, высокая}=$\{a_{X_1},a_{X_2},a_{X_3}\}$.

Область определения X будет иметь различные значения в зависимости от того, какой показатель социально-экономического развития города принимается за сильную (слабую) сторону. Так, например, в качестве сильной стороны может выступать такой показатель, как «Увеличение денежных доходов населения», измеряемый в процентах по отношению к прошлому периоду. Тогда областью определения лингвистической переменной β_X будет, например, [0,50] %.

2.4. Матрица SWOT

В результате шагов 2.1–2.3 в нашем распоряжении имеются оцененные по значению n возможностей m угроз, а также k сильных и l слабых сторон.

Теперь сводим их все в обобщающую матрицу SWOT (табл. 6).

Таблица 6. *Матрица SWOT*

ССС / ВУ		Возможности				Угрозы			
		1	2	...	*n*	1	2	...	*m*
Сильные стороны	1								
	2								
	...								
	k								
Слабые стороны	1								
	2								
	...								
	l								

После составления матрицы SWOT исследователь (эксперт) должен среди всех возможных комбинаций пар выделить те, между которыми существуют реальные связи, и они должны быть учтены в стратегии организации. В результате в каждом из четырех полей матрицы (см. табл. 1) появляются

несколько пар комбинаций факторов внешней и внутренней среды. Эти пары также следует оценить с точки зрения важности их для организации.

Для этого вводятся следующие лингвистические переменные:

1. β_X – значение данной возможности или угрозы (степень учета ее в стратегии, степень необходимой реакции местного самоуправления (МСУ) на данную возможность) с областью определения V=[0,100] и множеством базовых значений T_X={малое, среднее, большое}=$\{a_{X_1},a_{X_2},a_{X_3}\}$ (для возможностей) или T_X={несущественное, малое, среднее, большое}=$\{a_{V_1},a_{V_2},a_{V_3},a_{V_4}\}$ (для угроз).

Входные значения данных переменных, а также терм-множества, описывающие их, известны по шагам 2.1–2.2, так как эти переменные являются выходными при оценке возможностей (угроз).

2. β_Y – интенсивность сильной (слабой стороны) с областью определения X и множеством базовых значений T_X={низкая, средняя, высокая}= =$\{a_{X_1},a_{X_2},a_{X_3}\}$. Терм множества, описывающие базовые значения определяются в шаге 2.3.
3. β_V – важность учета данной пары с областью определения V=[0,100] и множеством базовых значений T_V={малая, средняя, большая}=$\{a_{V_1},a_{V_2},a_{V_3}\}$ для возможностей, или T_V={несущественная, малая, средняя, большая}=$\{a_{V_1},a_{V_2},a_{V_3},a_{V_4}\}$.

Системы экспертных высказываний будут различны для каждого из четырех полей матрицы SWOT.

Для поля «СИВ» возможна следующая система экспертных высказываний:

ЕСЛИ значение возможности *малое* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение возможности *малое* И интенсивность силы *низкая*

ИЛИ значение возможности *среднее* И интенсивность силы *низкая*

ТО важность пары *малая*.

ЕСЛИ значение возможности *среднее* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение возможности *малое* И интенсивность силы *высокая*

ИЛИ значение возможности *большое* И интенсивность силы *низкая*

ТО важность пары *средняя*.

ЕСЛИ значение возможности *большое* И интенсивность силы *высокая*

ИЛИ значение возможности *большое* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение возможности *среднее* И интенсивность силы *высокая*

ТО важность пары *большая*.

Для поля «СЛВ» система экспертных высказываний будет иметь аналогичный вид, только в качестве второй входной переменной будет выступать интенсивность слабой стороны.

Для поля «СИУ» возможна следующая система экспертных высказываний:

ЕСЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *низкая*

ИЛИ значение угрозы *несущественное* И интенсивность силы *низкая*

ИЛИ значение угрозы *несущественное* И интенсивность силы *средняя*

ТО важность пары *незначительная*.

ЕСЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *низкая*

ИЛИ значение угрозы *несущественное* И интенсивность силы *высокая*

ТО важность пары *малая*.

ЕСЛИ значение угрозы *среднее* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение угрозы *малое* И интенсивность силы *высокая*

ИЛИ значение угрозы *большое* И интенсивность силы *низкая*

ТО важность пары *средняя*.

ЕСЛИ значение угрозы *большое* И интенсивность силы *высокая*

ИЛИ значение угрозы *большое* И интенсивность силы *средняя*

ИЛИ значение угрозы *среднее* И интенсивность силы *высокая*

ТО важность пары *большая*.

Для поля «СЛУ» система экспертных высказываний будет иметь аналогичный вид, только в качестве второй входной переменной будет выступать интенсивность слабой стороны.

Представление экспертной информации о внешней и внутренней среде муниципального образования в виде систем нечетких высказываний, описание базовых значений лингвистических переменных с помощью нечетких переменных и нечетких множеств позволяет получать значения выходного параметра процесса анализа в зависимости от значений входных параметров. Для этого используется дедуктивный логический вывод, описанный в [5].

В результате возможные пары сочетаний выявленных возможностей, угроз, сильных и слабых сторон муниципального образования ранжируются (отдельно для каждого поля матрицы SWOT) в зависимости от важности учета этой пары в соответствующей стратегии социально-экономического развития города.

Заключение

Применение нечетких лингвистических моделей при разработке стратегии развития муниципального образования позволяет использовать в процессе принятия решений нечеткую, качественную экспертную информацию. Ранжирование факторов внешней и внутренней среды и их комбинаций дает представление о социально-экономическом потенциале города, и может использоваться дл прогнозирования и планирования страте-

гии развития муниципального образования. Для увеличения эффективности процесса анализа и планирования следует создать автоматизированную информационную систему поддержки принятия решений о социально-экономическом развитии города.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Копылов Ю.М. Тенденции развития и потенциал системы местного самоуправления. – Владивосток, 2002. – 74 с.
2. Уткин Э.А., Денисов А.Ф. Государственное и муниципальное управления. – М.: ЭКМОС, 2001. – 304 с.
3. Литвак Б.Г. Разработка управленческого решения: Учебник. – 3-е изд., испр. – М.: Дело, 2002. – 392 с.
4. Малышев Г. и др. Нечеткие модели для экспертных систем в САПР / Н.Г. Малышев, Л.С. Бернштейн, А.В. Боженюк. – М.: Энергоатомиздат, 1991. – 136 с.
5. Осипов Ю.М., Григорьева А.А., Захарова А.А. Разработка алгоритма нечеткого вывода знаний экспертной системы о конкурентоспособности продукции // Экономика и современные технологии: Сб. трудов I научн. семинара. – Томск: ИПФ ТПУ, 2000. – С. 32–38.